

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTONOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN
RECINTO UNIVERSITARIO-LAS MINAS.**



**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
AGROFORESTAL**

TEMA:

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL
SECTOR URBANO DEL MUNICIPIO DE ROSITA EN EL MES DE JUNIO Y
SEPTIEMBRE DEL AÑO 2002**

AUTOR: BR. OSCAR FLORES PÉREZ

TUTOR: LIC. JAIRO WONG BROWN

**ASESORES: MSC. ILEANA MAIRENA
ING. VICTOR ZÚNIGA**



SIUNA RAAN, 2002

INDICE GENERAL

CONTENIDOS.

PAGINAS.

Indice General.....	i
Indice de cuadros.....	ii
Indice de graficos.....	iii
Indice de anexos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
 I. INTRODUCCIÓN.....	 1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específico.....	6
 II. MARCO TEÓRICO.....	 7
2.1 Generalidades.....	7
2.2 Normas de calidad de Agua.....	10
2.3 Normas Bacteriológicas del agua.....	11
2.4 Aspecto Microbiológico.....	11
2.5 Indicadores microbianos de la calidad del agua.....	12
2.6 Bacterias de Coliforme Termo resistente (Fecales).....	14
2.7 Agua freática.....	17
2.8 La basura vuelve no potable el agua.....	18
2.9 Agentes Infecciosos.....	18
2.10 Efectos de la contaminación del agua.....	19
2.11 Medidas que se deben tomar para romper la cadena de transmisión de alguna enfermedad.....	19
2.12 Composición.....	20
2.13 Características físicas.....	21
 III. MATERIALES Y METODO.....	 24
3.1 Ubicación general y descripción de la zona de estudio.....	24
3.2 Estructuración de la Investigación.....	24
3.3 Criterios de selección.....	25
3.4 Tipo de estudio.....	26
3.5 Población.....	26
3.6 Tamaño de la muestra.....	26
3.7 Fuente de Información.....	26

3.8	Procedimientos técnicos para la recolección de la Información.....	27
3.9	Toma, almacenamiento y transporte de la muestra de agua para examen bacteriológico.....	27
3.10	Procedimientos analíticos en el laboratorio.....	28
3.11	Métodos de análisis del agua: Método de Tubos Múltiples.....	29
3.12	Cálculo y expresión de los resultados.....	29
3.13	Paquete estadístico.....	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1	Situación higiénica sanitaria.....	31
4.1.1	Disposición de excreta y residuos líquidos.....	31
4.1.2	La Basura deteriora al agua como hábitat a los seres vivos.....	32
4.1.3	Condiciones higiénicas sanitarias.....	33
4.2	Abastecimiento de agua.....	35
4.3	Calidad del agua.....	38
V.	CONCLUSIONES.....	45
VI.	RECOMENDACIONES.....	47
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	48
VIII	ANEXOS.....	51



INDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PAGINAS
Cuadro 1. - . Distribución del consumo de agua en el mundo.....	5
Cuadro 2. - Valores guías para la calidad del agua potable.....	9
Cuadro 3. - Parámetros guías para el agua potable.....	10
Cuadro 4. – Matriz de descriptores.....	25
Cuadro 5. - Resultados del manejo higiénico – sanitario y microbiológicos del agua de pozos en Rosita.....	34
Cuadro 6. - Parámetros de calidad de agua medidos en el mes de junio.....	39
Cuadro 7. - Parámetros de calidad de agua medidos en el mes de Sept.....	40

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Resultados del análisis microbiológico en el mes de junio.....	35
Grafico 2. Resultados del análisis microbiológicos en el mes de sept.....	37
Grafico 3. Pronósticos basados en la curva de regresión ajustada.....	41
Grafico 4. Pronósticos basados en la curva de regresión ajustada.....	42
Grafico 5. Pronósticos basados en la curva de regresión ajustada.....	43
Grafico 6. Pronostico basado en la curva de regresión ajustada.....	44

INDICE DE ANEXOS

1. Toma De Agua De Grifos.
2. Análisis Microbiológicos, Métodos De Tubos Múltiplos.
 - 2.1 Prueba presuntiva 1
 - 2.2 prueba confirmativa / coliformes totales
3. Tabla de NMP Y límites de Confianza al 95.
4. Manejo que reciben las fuentes agua.
5. Cuestionario para pozo excavado.
6. Datos codificados correspondientes al manejo de los pozos.
7. Estadística de resultados de Coliformes Totales en el Mes de Junio.
8. Estadística de los resultados de Coliformes fecales en el Mes de Junio.
9. Estadística de los resultados de coliformes totales en el mes de septiembre
10. Estadística de los resultados de coliformes fecales en el mes de septiembre

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en especial:

- ❖ A dios, que es el motor de nuestra historia.
- ❖ A mis padres Roberto Flores (Q.E.P.D) y Natividad Pérez Mercado.
- ❖ A mis hermanos quienes dieron impulso a mi ser y a mi quehacer. Todos ellos fueron mi gota de luz en este inmenso lago de tinieblas.
- ❖ A mis grandes maestros que quienes supieron ser jefes, amigos, hermanos y padres y que siempre me tendieron la mano para animarme a continuar este camino y que hoy yo pueda aparecer con esta modesta colaboración al renglón del saber.
- ❖ A todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron a seguir mi entusiasmo de superación.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el estado microbiológico del agua de consumo humano en el casco urbano de municipio de Rosita mediante un análisis de los principales indicadores bacteriológico y de ambiente que condicionan la calidad de las mismas en los meses de junio y septiembre del año 2002.

Para ello se utilizó la **Técnica de Colimetría**, mediante el método de los tubos múltiples para determinar los **N.M.P. en 100 ml** y los resultados se clasificaron, según los parámetros utilizados por la OMS y la OPS, en **Potables** (< 10 coliformes totales en 100 ml de muestra y ausencia de colifecales) y **No Potables**.

Para este estudio el universo estuvo integrado por 25 pozos de flujo permanentes y también la presa la cual es administrada por ENACAL, de éstos se tomó muestras solamente 8 pozos, los que presentaban gran demanda por parte de la población y además, dos muestras de grifos con aguas provenientes de la presa, para un total de 10 muestras.

Los resultados obtenidos, en forma general, muestran que un **100%** de los pozos y las dos muestras tomadas de los grifos contaban con agua con recuentos microbianos superiores a los 10 **coliformes** por 100 ml de muestra. Asimismo, un **100%** de los anteriores acusaron la presencia de **colifecales** en ambos muestreos. Cabe señalar que, en el mes de septiembre se incrementó la presencia de coliformes en estos pozos, ello obedece a la mala infraestructura que poseen los pozos y al manejo que reciben. La relación entre la presencia de coliformes y manejo es de 10% para el mes de junio y de 78% para el mes de septiembre. El 50% de las fuentes muestreadas en el mes de septiembre disponen de más oxígeno que en el mes de junio. Con respecto a la conductividad el 90% está en los rangos aceptables. Por lo tanto, es menester buscar fuentes de aguas adecuadas y seguras, mejorar la infraestructura de los pozos y/o brindar información técnica necesaria para su adecuado manejo y saneamiento.

I. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad y usos de sistemas de abastecimientos de agua adecuada, así como de medios higiénicos de disposición de residuos, constituyen partes integrales de la atención primaria de la salud.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), estima que cada año se presentan 500 millones de casos de diarreas en niños menores de 5 años en América latina. Estas enfermedades son el resultado de la pobreza, la ignorancia, la desnutrición y de un saneamiento ambiental deficiente siendo por ello, también, portadora de sufrimiento y muerte.

Nicaragua a pesar de que es un país rico en recursos hídricos existen muchas limitaciones para la disponibilidad en cuanto a la obtención, distribución y utilización para consumo humano.

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) ha realizado grandes esfuerzos en el municipio para proveer agua a la población. La calidad del agua suministrada no es satisfactoria en la mayoría de los casos. La insuficiente cobertura y el suministro permanente de algunos acueductos han dado como resultado la adopción de prácticas inadecuadas de abastecimiento de agua por parte de la población lo que lleva hacia un marcado deterioro de la situación sanitaria provocada entre otros factores por la crisis económica con sus restricciones siguientes.

La contaminación microbiológica del agua es un riesgo potencial para la salud y sobre todo en la transmisión de enfermedades de origen hídrico figurando entre ellas las diarreas por bacterias entéricas, el cólera.

En la determinación de la calidad higiénica de una fuente de agua destinada al consumo humano, el aislamiento de coliformes fecales es de gran importancia. Los organismos de grupo coliforme son buenos indicadores microbianos de la

calidad del agua potable debido a que son fáciles de detectar y enumerar. Proviene de las heces humanas y animales de sangre caliente, de la vegetación y del suelo (**Geldrich, E. E, Papavassiliou, J. Y Col 1967**).

Con esta finalidad, se llevó a cabo este trabajo a partir de la ausencia de un control sanitario riguroso, y la poca insistencia de las instituciones responsables; el Instituto de Recursos Naturales, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (IREMADES), basado en sus objetivos y misión como institución; tiene como una de sus responsabilidades sociales el fortalecimiento y desarrollo de las capacidades locales, pretendiendo interesar así, a los responsables del uso, control y manejo del agua. Y de igual manera, fortalecer la base de datos socio ambiental de la universidad y la población.

1.1 ANTECEDENTES

Las transnacionales interesadas por los yacimientos de oro comenzaron con maquinarias pesadas y productos químicos a trabajar en las profundidades de la tierra, luego que agotaran el oro en la superficie.

Desde 1942 Wasakin y todas las comunidades de la ribera del río Bambana, comenzaron a sufrir los estragos por los desechos químicos lanzados al río Tunky, que desemboca en el río Bambana. Empezaba la contaminación de la región. A partir de 1950 la gente comienza a morir poco a poco, pero aun no se daban cuenta cual era la razón. Todas las enfermedades fueron contraídas por la contaminación del agua que usaban para lavar y beber. (**Revista URACCAN, 1999**).

El agua potable es uno de los grandes problemas del municipio. La Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (**ENACAL**) atiende a 243 usuarios domiciliarios más 10 de comercio para un total de 253 conexiones.

Gran parte de la población recibe agua proveniente de la presa de Tipispan, la cual fue construida en el año 1992 con apoyo de la Autoridad Noruega para el Desarrollo Internacional, con MINSA, OPS/OMS, ejecutado por el ministerio de construcción y transporte (MCT/ICO).

La presa tiene una capacidad de 82 m³, la línea de conducción es 3,270 ml y la red de distribución de 10,932 ml. Posee un tanque de almacenamiento de 60.000 galones.

La red que abastece al sector urbano se encuentra deteriorada. En 1998, la empresa nicaraguense de acueductos y alcantarillados (ENACAL), compró una manzana en el área de la presa Tipispán, la cercó y puso vigilancia constante, lo cual significó una disminución de la contaminación. El agua se somete a un proceso de cloración pero no se hacen análisis periódicos para medir la contaminación, según el (CENAGRO, 2000)

Pese a las características naturales de las aguas para destino a consumo humano y dado su importante papel como mecanismo de transmisión de importantes agentes microbianos que desencadenan enfermedades en el hombre, "en todo caso se exige", que el agua destinada a consumo humano, antes de su distribución, sea sometida a tratamiento de **desinfección**, lo que esperamos es que de alguna manera al menos se cumpla con el proceso de cloración (Mairena, 2001)

Es en la actualidad en este municipio no se han realizados estudios integrales y sistemáticos en la zona sobre control de calidad de agua, demográfico ni aspecto higiénico- sanitario. Solamente existen algunos datos esporádicos sobre metales pesados y microbiológicos los cuales son el resultado de ciertas muestras de agua que el Minsa ha enviado al Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA).

Según (Castro, 2002), quien es responsable de epidemiología de Minsa Rosita, los últimos estudios demostraron que el 80% de los pozos del sector urbano están contaminados por heces fecales detectándose presencia de coliformes. Un 4% no fueron aptas para el consumo humano por contener hidrocarburos y un 2% revelo presencia de metales pesados.

Algunos de los problemas más sentidos por la población de ROSITA, son los siguientes:

- Problemas de contaminación del agua
- Problemas de saneamiento (basura)
- Falta de vehículos para el traslado de enfermos

Enfermedades más frecuentes.

Entre las mas frecuentes se mencionan la EDA (enfermedades diarreicas agudas) incluyendo al cólera y las enfermedades dinámicas o de la piel que son ocasionadas por el uso o contacto de aguas contaminadas. (Castro, 2002)

1.2 JUSTIFICACIÓN.

Sin el agua... la vida simplemente no existiría y cuidarla es responsabilidad de todos.

En 1990, 20 países sufrían escasez de agua. En 1996, ya eran 26 (230 millones de personas), según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El número de países con problemas de agua puede elevarse a 41 en el año 2020. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) calcula que de aquí al año 2027, aproximadamente un tercio de los habitantes del mundo sufrirá escasez de agua. Las razones para ello son evidentes: la mayor demanda sobre los recursos de agua dulce provocada por las crecientes poblaciones humanas; el empeoramiento de la calidad de los recursos acuíferos existentes debido a la contaminación y las necesidades creadas por la dinámica expansión industrial y agrícola.

Según (Castro, 2002), quien es responsable de epidemiología de Minsa Rosita, los últimos estudios demostraron que el 80% de los pozos del sector urbano están contaminados por heces fecales detectándose presencia de coliformes. Un 4% no fueron aptas para el consumo humano por contener hidrocarburos y un 2% revelo presencia de metales pesados.

Algunos de los problemas más sentidos por la población de ROSITA, son los siguientes:

- Problemas de contaminación del agua
- Problemas de saneamiento (basura)
- Falta de vehículos para el traslado de enfermos

Enfermedades más frecuentes.

Entre las mas frecuentes se mencionan la EDA (enfermedades diarreicas agudas) incluyendo al cólera y las enfermedades dinámicas o de la piel que son ocasionadas por el uso o contacto de aguas contaminadas. (Castro, 2002)

1.2 JUSTIFICACIÓN.

Sin el agua... la vida simplemente no existiría y cuidarla es responsabilidad de todos.

En 1990, 20 países sufrían escasez de agua. En 1996, ya eran 26 (230 millones de personas), según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El número de países con problemas de agua puede elevarse a 41 en el año 2020. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) calcula que de aquí al año 2027, aproximadamente un tercio de los habitantes del mundo sufrirá escasez de agua. Las razones para ello son evidentes: la mayor demanda sobre los recursos de agua dulce provocada por las crecientes poblaciones humanas; el empeoramiento de la calidad de los recursos acuíferos existentes debido a la contaminación y las necesidades creadas por la dinámica expansión industrial y agrícola.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

Determinar la calidad del agua de consumo humano en el sector urbano de municipio de Rosita, mediante un análisis bacteriológico tangente a los principales indicadores físico – químico y de manejo higiénico - sanitario que condicionan la calidad de las mismas.

1.3.2 Objetivos Específicos:

1. Describir la situación higiénico – sanitaria actual de los pozos del poblado de Rosita
2. Medir el estado físico y químico del agua de consumo urbano del municipio de Rosita.
3. Cuantificar coliformes totales y coliformes fecales del agua de consumo en el sector urbano del municipio en estudio.
4. Valorar el sistema de tratamiento que reciben las aguas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades.

El municipio de Rosita se ubica al norte de Siuna, en el centro geográfico de la RAAN, a 406 Km. al norte de Managua, con una extensión de 2205.42 km². Se compone de aproximadamente de 47 comunidades con una población de 14599 habitantes, compuesta por mestizos, miskito y sumos. Los límites son: al Norte esta el municipio de Waspam; al Sur Prinzapolka; al Este puerto cabezas y Prinzapolka; al Oeste Siuna y bonanza. (URACCAN, 1999)

Específicamente, el sector urbano está dividido en 11 barrios, que son, 19 de Julio, 28 de Mayo, Ana María, Sandino, José Zeledón, Montoya, Emiliano, Vicente Siles, Herrington, Jesús Meza y Fenicia, con una población urbana de aproximadamente unos 7,789 habitantes, según el (CENAGRO, 2000).

Los consumos de agua dependen directamente de la población y nivel de vida. Así, el consumo de agua suele ser 100 – 500 l/habitantes día en viviendas o hasta 1000 en los hospitales. (Díaz, 1999)

A nivel mundial, son pocos los lugares donde el humano puede satisfacer su sed y sus necesidades domésticas aprovechando agua limpia y fresca proveniente de algún manantial o de algún pozo profundo. Para cumplir humanamente sus múltiples necesidades y además como una manera rápida de eliminar sus desechos. Este doble uso de la fuente acuífera trae serias dificultades, puesto que las aguas se recargan de sustancias infectadas y tóxicas que provocan daño a todos los seres vivos. Todo ello por vía directa o indirecta llega a las aguas del ecosistema aportando daños inconmensurables especialmente al hombre que necesita diariamente una fuente de agua potable. (Buitrago, 1997).

El agua es uno de los constituyentes básicos de la vida, incluso aparece como uno de los índices para su existencia tal como hoy la conocemos. Así, el agua

forma parte de los seres vivos en concentraciones elevadas, interviene como transportador de sustancias o dispersor de productos, e interviene en reacciones bioquímicas.

El agua sufre así, un cambio de descomposición debido a las actividades humanas e industriales, que son por lo tanto, focos de contaminación. Este cambio de concentración, hace en muchos casos a esta agua, inutilizables para estas mismas actividades.

Los agentes contaminantes del agua son de tipo biológico, químico y físico. Los contaminantes biológicos son la materia fecal, los restos de alimentos, los desechos industriales provenientes de procesamiento de alimentos, de plantas textiles y de mataderos. Los químicos se derivan de las actividades domesticas, industriales y agropecuarias. Los físicos son materiales sólidos que afectan la apariencia de las aguas, como polvo, basura y arcilla. **(Ponce, y Andrede, 1997)**

Con el propósito de salvaguardar la salud humana se han establecido normas internacionales o valores guías que permiten evaluar la calidad del agua de consumo, un valor guía, representa el nivel máximo (concentraciones de cantidad) de un componente que garantiza que el agua sea agradable a los sentidos y no cauce un riesgo importante para el consumidor. El indicador bacteriano fundamentalmente, es el grupo de microorganismos Coliformes en general, los cuales no todos son de origen fecal, pero están siempre presentes en grandes cantidades en las heces del hombre.

Las normas o valores guías sobre calidad del agua han sido establecidas de manera específicas con el fin de proteger la salud teniendo en cuenta su consumo durante toda la vida, el principal objetivo es ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes del agua que puedan representar un riesgo para la salud y el bienestar de la comunidad.

Cuadro 2. Valores guías para la calidad del agua potable.

Organismos	Unidad	Valor Guía	Observaciones
1. Calidad Microbiológica - Agua distribuida por tuberías. - Agua sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución. Bacterias Coliformes fecales Bacterias Coliformes	Número/100 ml Número/100 ml	0 0	Turbiedad UTN para la desinfección con el cloro es preferible un pH igual a 8.0 con 0.2 a 0.5 mg/l de cloro residual libre después del contacto durante 30 minutos. (tiempo mínimo)
2 Agua no sometidas a tratamiento en entra en el sistema de distribución Bacterias Coliformes fecales Bacterias Coliformes Bacterias Coliformes fecales	Número/100 ml Número/100 ml Número/100 ml	0 0 3	El 98% de las muestras examinadas en un año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras. Ocasionalmente en algunas muestras, pero no en muestras consecutivas
3 Agua en el sistema de distribución. Bacterias Coliformes Bacterias Coliformes	Número/100 ml Número/100 ml	0 3	En el 95% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras. Ocasionalmente en algunas muestras, pero no en muestras consecutivas
Agua no distribuida por Tuberías Bacterias fecales Bacterias coliformes	Número/100 ml Número/100 ml	0 10	No debe ocurrir en forma repetida; en caso contrario y no se pueda mejorar la protección sanitaria, si es posible se deberá buscar otra fuente.
Agua embotellada Bacterias fecales Bacterias coliformes	Número/100 ml Número/100 ml	0 0	La fuente debe estar exenta de contaminación fecal.
Abastecimiento de agua en situaciones de emergencia Bacterias Coliformes fecales Bacterias coliformes Enterovirus	Número/100 ml Número/100 ml No se ha fijado	0 0	Aconsejar al público hervir el agua cuando el agua no se ajusta a los valores.

Calidad Biológica Protozoarios (patógenos) Helmintos (patógenos) Organismos de vida libre (algas, otros)	No se han fijado No se han fijado		
--	--	--	--

Fuente: (CAPRE, 1993)

Cuadro 3. Parámetros guías para el agua potable.

Los componentes que más han de controlarse en el agua de bebida son indudablemente los que pueden tener repercusiones directas en la salud pública y para ello se han establecido valores guías.

Variables	Cuantitativos	V. Cualitativos
Coliformes Totales y Fecales	0/100 ml > 0/100ml	Negativo Positivo
Escherichia coli	> 10 9	Positivo
Estreptococos	Presencia de Catalasa	Negativo
Cloro Residual	0 mg/l 0,1-0,3 mg/l >0,3 mg/l	Incoloro Celeste Azul Oscuro
PH	6,8 6,9-7,4 6.5-8,3	Positivos de coliformes totales Positivos de Coliformes fecales Agua Potable

(OPS, 1995)

2.2 Normas de Calidad de Agua

Básicamente el agua de suministro público debe cumplir dos condiciones:

- No debe ser peligrosa para la salud o la vida de los consumidores, condición que es imprescindible.
- El sistema debe poder operarse a un costo razonable, es decir, las características del agua deben ser tales que, no ocasionen daño a la red de distribución, a la industria, a la economía privada, este propósito debe lograrse sin tener que hacer a la misma, un tratamiento costoso.

2.3 Normas bacteriológicas del agua.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reúne los siguientes criterios:

- A lo largo de un año, el 95% de las muestras no deben indicar presencia de organismos coliforme cualquiera en 100 ml.
- Ninguna muestra debe contener *Escherichia coli* en 100 ml.
- Ninguna muestra debe contener más de 10 organismos de coliforme.
- No se debe detectar organismos de coliforme en 100 ml de cualquiera en dos muestras consecutivas.

La contaminación de agua potable puede incorporar una variedad de diversos organismos patógenos intestinales - bacterianos, virales y parasitarios cuya presencia esta relacionada con enfermedades de tipo microbiano que puede existir en ese momento en la zona en estudio.

2.4 Aspecto microbiológico.

Idealmente el agua potable no debe de contener ningún microorganismo considerado patógenos debe además, estar libre de bacterias indicadores de contaminación.

El primer indicador bacteriano que se recomienda para la detección fecal en el agua es el grupo de **organismo bacterianos coliformes totales**. Aun cuando no todos son exclusivamente de origen fecal, pero están presente en las heces humanas y de otros animales de sangre caliente, debe de obtenerse evidencia definitivas de contaminación por heces fecales al determinarse sub grupos de organismo de coliformes totales llamados **organismo bacterianos fecales termo resistentes** y de bacterias tipo *Escherichia coli*, aun después de considerable dilución.

El **grupo coliformes** de bacterias incluye a la *Escherichia coli*, al igual que otras numerosas bacterias originadas en las descargas fecales o provenientes de muchas otras fuentes no fecales (**Allen, 1978; anónimo, 1966; anónimo, 1976**).

Se ha estimado que el número de bacterias coliformes en las descargas fecales llega hasta quizás, 200×10^9 organismos diarios por persona. Este grupo de bacterias como indicadores no se basa en potencialidad para causar enfermedades al hombre, aunque en determinadas circunstancias ciertas bacterias coliformes pueden causar infecciones.

2.5 Indicadores microbianos de la calidad del agua.

Coliformes totales.

Son bacilos Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Pertenecen a la familia *enterobacteriaceae* y se caracteriza por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30 y 37° C.

(www.us.es/grupotar/tar/formacion/laboratorio/potabilidad/coliformes_totales.htm)

La existencia tanto de bacterias no fecales que responde a la definición de las bacterias de coliforme como de bacterias de coliforme lactosa negativas limita la utilidad de este grupo como indicador de contaminación fecal, en las aguas tratadas no deberían detectarse bacterias de coliforme y cuando las hay, se puede pensar que el tratamiento ha sido insuficiente, que ha habido contaminación posterior o que la cantidad de nutrientes, es excesiva, pues la prueba de coliforme puede utilizarse como indicador de la eficacia del tratamiento y de la integridad del sistema de distribución. Aunque los organismos de coliforme, quizás no estén siempre en relación directa con la presencia de contaminación fecal o de patógeno en el agua de bebida la prueba de los

coliforme sigue siendo útil para vigilar la calidad microbiana del agua tratada distribuida por tuberías.

Coliformes Fecales

Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos. La *Escherichia* es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte.

(www.us.es/grupotar/tar/formacion/laboratorio/potabilidad/coliformes_totales.htm)

La *E. coli* abunda en las heces de origen humano y animal. Alcanzando en las heces recientes concentraciones de 10^9 por gramo. Se halla en las aguas residuales, los efluentes tratados y todas las aguas y suelos naturales que han sufrido una contaminación fecal reciente, ya sea procedente de seres humanos, o de operaciones agrícolas o de animales o pájaros salvajes.

Recientemente se ha sugerido que la *E. coli* puede existir y proliferarse en aguas tropicales que no han sido objeto de contaminación fecal o de origen humano. No obstante, e incluso en las regiones más remotas. No cabe excluir la contaminación fecal por animales salvajes.

Escherichia Coli es una bacteria coliforme y es el principal indicador de la contaminación por materia fecal de origen humano o animal, es decir, es un buen indicador microbiano de la calidad del agua potable, debido principalmente a que son fáciles de detectar y enumerar en el agua. En general se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa en cultivos 35°C o 37°C . La prueba de coliformes sirve como indicadores de la eficiencia del sistema de tratamiento de la distribución del agua.

Aguas sanitariamente permisibles, son las que sobrepasan los límites tolerables en algunos parámetros que no sean: productos tóxicos y sustancias radiactivas al tiempo que se toleran para esta agua, caracteres microbiológicos un poco menos exigentes. (Díaz, 1999)

El sistema de tratamiento para consumo humano de agua tales como la cloración puede convertir agua de fuentes contaminadas por bacterias fecales, en aguas limpias de bacterias, siempre que la concentración de cloro residual sea mayor que 0.5 mg/l durante un periodo de contacto mínimo de 30 minutos.

Si se detectan bacterias de coliformes totales superiores a 3 organismos por cada 100 ml en muestras sucesivas o 1 ó mas coliformes fecales por cada 100 ml, es necesario incrementar la adición de cloro o de lo contrario el agua no es apta para consumo desde el punto de vista bacteriológico. (Díaz, 1999)

2.7 Agua freática

Nivel freático o tabla de agua (en acuífero inconfinado) es el lugar geométrico de los puntos donde la presión hidrostática es igual a la presión atmosférica. (Linsley, 1981).

El agua freática o subterránea es una fuente vital de agua para beber y para el riego agrícola. Sin embargo es fácil de agotar porque se renueva muy lentamente. Cuando el agua freática llega a contaminarse no puede depurarse por sí misma, como el agua superficial tiende a hacerlo, debido a que los flujos de agua freática son lentos. También hay pocas bacterias degradadoras, porque no hay mucho oxígeno. (Encarta, 2002).

Son aguas de consumo aquellas destinadas al abastecimiento público, comercial, industrial y agropecuario. **(Decreto No. 394. 2000)**

Se entiende por agua potable la que reúne las características físicas, químicas, biológicas y radiológicas que la hacen aptas para el consumo humano y agradable a los sentidos de acuerdo a los patrones de potabilidad de la oficina sanitaria panamericana. **(Decreto No. 394. 2000)**

Según **(Herrera y Barreto. 1996)**. **Agua potable** es aquella que, con independencia de su origen, y ya sea: en su estado natural o después de un tratamiento adecuado cumplen los requisitos legales para el consumo público directo o para ser empleados en la industria alimentaria sin que afecten a la salubridad de los productos preparados, además, cumple la totalidad de los requisitos máximos tolerables para cada uno de los parámetros.

Se denominan potables, porque son aptas para beber y contienen elementos necesarios para el organismo como CO_2 , aire y sales de sodio, potasio, calcio y magnesio en proporciones óptimas para el metabolismo. El agua potable debe poseer ciertas características para ser aceptada como tal:

1. Frescura, transparencia, inodora, incolora e insípida.
2. Debe contener aire en solución para que no sea indigesta.
3. Debe disolver bien el jabón sin presencia de grumos y cocer bien las legumbres.
4. No debe contener gérmenes patógenos, ni amoníaco, nitritos, nitratos, o materias orgánicas.
5. No debe contener sales minerales en exceso y su grado hidrotimétrico debe estar alrededor de 22.

El agua es el líquido vital para la salud, sin ella no hay vida. Del agua de mares, ríos, lagos, y lagunas se forman las nubes, que es vapor de agua y cae nuevamente a la tierra en forma de lluvia, dando origen a los ríos, quebradas; parte de esta se filtra en la tierra formando así las aguas subterráneas o acuíferos donde se extrae a través de excavación y perforación de pozos. (INAA, 1999)

El 70% del cuerpo humano está formado por agua, constituye el 83% de nuestra sangre.

El agua nos ayuda a digerir la comida, transportar los desechos del cuerpo, lubrica las coyunturas y mantiene la temperatura del cuerpo.

Una persona en condiciones habituales de vida y trabajo necesita un promedio de 20 litros de agua al día. (INAA, 1999)

Para abastecimientos en condiciones de normalidad, se establece una dotación mínima de 100 litros por habitante / día, pero no ha de olvidarse que hay núcleos, en los que por las especiales circunstancias de desarrollo y asentamiento industrial, se pueden llegar a necesitar hasta 500 litros, con flujos diferentes según ciertos segmentos horarios. (Chéry y Mouvet, 2000)

La contaminación del agua: es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. (www.daniela_a@sinectis.com.ar Ins.)

La existencia de **fuentes de agua** con recuentos microbianos altos, pueden comprometer los niveles de calidad de los productos de consumo que con ella se elaboran, lo que implica, por un lado, una situación de riesgo sanitario para el potencial consumidor de la misma en forma directa o indirecta y, por otro, una degradación de la fuente de agua que solamente puede ser corregida mediante la aplicación adecuada de las normas técnicas rigurosas de higiene y salud y de tratamiento agregado.

2.6 Bacterias de coliforme termo resistente (Fecales)

Estas bacterias se definen como el grupo de organismo Coliforme que pueden fermentar lactosa a 44-45°C comprende el Genero *Eschericha* en menor grado, especies de *klessiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* pueden proceder de aguas orgánicamente enriquecidas. Por ejemplo de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición pueden desarrollarse en el sistema de distribución. Amenos que estén presentes nutrientes bacterianos en cantidad suficientes o que existan materiales inadecuados estas pueden desarrollarse arriba de una temperatura de 13°C y que no exista en ella cloro residual en estado libre.

Las concentraciones de coliforme termo resistente están en la mayor parte de los casos en relación directa con las *Echericha coli*. Por ello su utilización para evaluar la calidad del agua se considera aceptable en los exámenes sistemáticos.

Las bacterias coliformes fecales constituyen un subgrupo de todos los organismos coliformes totales en los que están incluidos los organismos con mayor posibilidad de haberse originado en los intestinos. En consecuencia, ellos muestran una mejor correlación respecto al grado de contaminación. Los coliformes fecales se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosa y producir gas a una temperatura de 44.5 ° C.

Para introducirnos más en el tema, es necesario saber claramente que conocemos como agua, contaminación, agua potable y agua sanitariamente permisible.

El agua es el nombre común que se aplica al estado líquido del compuesto de hidrógeno y oxígeno. (Encarta, 2002)

2.8 La basura vuelve no potable el Agua.

En muchas ocasiones el agua de un río o un lago se filtra a los mantos freáticos de donde, mediante pozos es extraída para bebida de personas y animales, o bien, es transportada desde un cuerpo de agua hasta depósitos de purificación. Si el agua de dichos cuerpos han sido contaminadas, mediante sustancias tóxicas como ácidos (sulfúrico, clorhídrico, nitratos), restos de solventes, pinturas, cultivos de bacterias y demás, derivadas de actividades industriales, agrícolas, ganaderos, domésticas, ganaderos o escolares dicha agua, ya no es potable para los animales.

Los **principales contaminantes** del agua son los siguientes:

- ❖ Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua.)
- ❖ Las fuentes de agua como ríos, lagos, lagunas se contaminan a través del ambiente, por existencia de excreta, basuras, etc.
- ❖ El agua de los pozos excavados se contamina cuando se ubica más bajos que la letrina, no tiene brocal y no esta tapado.
- ❖ El agua proviene de tuberías o acueductos se contamina cuando se ingiere en trastos sucios o se manipula con las manos sucias.
- ❖ Se transporta o almacena en recipientes sucios o sin tapas.

(INAA, 2000).

2.9 Agentes infecciosos.

- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.

- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensas activas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales. (Encarta, 2000).

2.10 Efectos de la contaminación del Agua

La eutrofización, se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas. Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo pueden ser los responsables.

El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor, y un cúmulo de algas o verdín desagradable a la vista, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en las fuentes de aguas o depósitos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras. (Encarta, 2000).

2.11 Medidas que se deben tomar para romper la cadena de transmisión de alguna enfermedad.

Abastecimiento de agua

1. Selección de la fuente no contaminada.
2. Tratamiento de agua cruda, especialmente con cloro.
3. Reemplazo de abastecimiento contaminado por otras más adecuado y confiable.
4. Protección de cuencas y pozos.
5. Control de la calidad de agua.

Disposición sanitaria de excretas

1. Protección del abastecimiento y el agua.
2. Protección del medio ambiente.
3. Desnutrición, disposición, disolución de residuos fecales.

Educación sanitaria

1. Higiene personal y comunal.
2. Protección del medio ambiente.
3. Apoyos a las actividades de control de los sistemas de abastecimiento de agua y de disposición de excretas.
4. Para el tratamiento del agua se puede hacer uso de métodos caseros como el de ebullición, filtración que puede ser con filtros de arena o cerámica y por ultimo, la desinfección química, que puede ser con cloro y es uno de los métodos más recomendados, debido al excelente resultado que presenta al actuar contra la bacteria responsable de enfermedades transmitidas por el agua, siendo además un tratamiento de bajo costo y alta disponibilidad.
5. Las letrinas deben construirse a una distancia de 20 metros de la fuente de agua y 15 metros de la casa, como mínimo. **(Aburto, 2002).**

2.12 Composición.

La composición de las aguas se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO) y el pH.

Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los suspendidos los que no pueden hacerlo.

La mayoría procede de la erosión que depende del tipo de suelo, topografía, cobertura vegetal y precipitaciones.

Los sólidos en suspensión producen turbidez, que reduce la energía luminosa para fotosíntesis quitando al agua valor estético e industrial. (Díaz, 1999).

2.13 Características Físicas

Son características físicas aquellas propiedades causadas por sustancias que sólo modifican su estado o su movimiento, pero no su naturaleza y se pueden medir, mediante, pruebas físicas. Dentro de las características físicas del agua están la **temperatura**, **color** verdadero, olor, conductividad eléctrica y **pH**. (Díaz, 1999).

Temperatura

La temperatura es una característica física de las aguas, siendo una medida de la intensidad del calor. El agua en el medio natural puede encontrarse entre cero y su punto de ebullición, aunque normalmente está comprendido entre 0 y 30° C. El valor de la temperatura del agua depende de muchos factores, como el clima, la temperatura del aire, la altitud, la estación del año, el flujo, la profundidad, las descargas al medio etc. (Derisio, 1992; Doménech, 1995).

La temperatura, además de ser un factor regulador importante de la actividad fisiológica y de las velocidades de reacción química en general, se halla relacionada con la solubilidad de los gases, variaciones de densidades, estratificación e incluso con las variaciones de toxicidad de una sustancia (Branco, 1984).

Las actividades industriales y domésticas producen un aumento de la temperatura respecto a las aguas de abastecimiento. El aumento de temperatura suele afectar negativamente a las corrientes acuáticas, pues disminuye la

solubilidad de oxígeno agravándose su déficit habitualmente, aumenta a velocidad de los procesos bioquímicos disminuyendo el recorrido para auto depuración no siendo paralelo al aporte de oxígeno, y finalmente podrían incluso sobre pasarse límites térmicos letales de algunas especies. (Díaz, 1999).

La conductividad eléctrica. Del agua se considera con frecuencia índice global de polución, sobre todo de materiales disueltos, procedentes de diversas fuentes: industriales, residuales, salobres y oceánicas. (Díaz, 1999).

Potencial de Hidrógeno- pH y alcalinidad

Este indicador, mas conocido como pH, es una relación numérica que expresa el equilibrio ente los iones (H^+) y los iones (OH^-). El pH es el logaritmo recíproco de la concentración de ión hidrógeno, o más precisamente de la actividad del ión hidrógeno, en moles por litro (Derisio, 1992).

El pH de un agua natural es comúnmente de 6.5 y 8.5 pese a que pueden existir algunas variaciones. Los cambios en el valor de pH en el agua son importantes para muchos organismos. La mayoría de organismos se han adaptado a la vida en el agua con un pH específico, en valores de pH extremadamente altos ó bajos (9.6 ó 4.5) el agua es inadecuada para la mayoría de los organismos.

Los valores de pH aumentan con la fotosíntesis y disminuyen con la respiración. Las variaciones en los valores de pH que ocurren a lo largo del día debido a la actividad fotosintética, proporcionan una idea sobre el ritmo diario de la producción. Durante el día, la absorción de CO_2 es intensa, provocando una elevación del pH y una precipitación de carbonatos, caso contrario ocurre por las noches, donde el pH disminuye. Estos simples cambios de pH en el agua, pueden ejercer influencia sobre la distribución y abundancia de los organismos, así como la disponibilidad de ciertos nutrientes (Goldman & Horne, 1983).

Bajos valores de pH reducen la cantidad de fósforo inorgánico disuelto y la disponibilidad de CO₂ para el plancton. Las algas exhiben una clara dependencia del pH para su crecimiento y las especies varían ampliamente en su respuesta al pH. (Goldman & Horne 1983)

Acidez o pH. Procedencia características de la acidez son el drenaje de minas o las lluvias ácidas (lavando óxido de azufre atmosférico). La indicación del pH es una forma de valor no muy fuerte o neutralidad (pH = 7). Desviaciones de pH de 7, sobre todo acidez, afectan fuertemente a la vida acuática y corrosión. (Díaz, 1999)

La modificación de pH que experimenta una corriente acuosa ante un vertido, puede ser amortiguada si contiene una concentración alta de tampón que en aguas residuales suele ser bicarbonato, hablándose genéricamente de aguas mineralizadas. El **potencial redox** se utiliza adicionalmente a veces para determinar las zonas aero – anaerobias y para aguas de consumo humano el rango debe oscilar entre 200mV y 400mV. (Díaz, 1999)

Potencial redox: Abreviatura que corresponde al potencial de una extensión de agua para la "reducción" o la "oxidación". El agua que tiene un potencial redox alto es clara, de gran calidad, y contiene mucho oxígeno excedente. Un potencial redox bajo indica que el agua es de mala calidad y que le falta oxígeno. (<http://es.geocities.com/myounges/glosario/p.htm>)

III. MATERIALES Y METODO.

3.1 Ubicación general y descripción de la zona de estudio.

El estudio se desarrolló en el sector urbano de Rosita el cual esta dividido en 11 barrios, este municipio se ubica a 406 Km. de la ciudad de Managua y pertenece a la Región Autónoma Atlántico Norte de Nicaragua (RAAN). La zona de estudio se halla específicamente en la zona del triangulo minero entre la coordenada 13°55 de latitud norte y la coordenada 84°24 de longitud oeste, cuenta con una precipitación que oscila entre 1800mm y 2500mm anual, temperatura promedio de 30° C. Además, posee una extensión territorial de 2205.42 km² y una altura promedio de 69 msnm (**INETER 2000**) posee una población de 23382 personas (**MINSA Rosita**).

3.2 Estructuración de la investigación.

El estudio contó de tres niveles;

- **El primero** fue un diagnostico socio ambiental que permitió conocer el panorama socio ambiental de la zona e identificar algunos problemas más sentidos por la población y que de una u otra manera se relacionara con el agua de consumo.
- El **segundo es** un estudio físico-químico del agua, el cual se realizó inmediatamente en el lugar para conocer algunos parámetros físicos y químicos del agua y,
- **El tercero** se refiere a un estudio microbiológico del agua, en este último, las muestras del agua se trasladaron a la universidad URACCAN Siuna, para realizarles su respectivo análisis, manteniendo la muestra de agua en un termo con hielo.

3.3 Criterios de selección.

En primer lugar, el responsable de epidemiología del Minsa Rosita nos proporciono un mapa sencillo que reflejaba la ubicación de los principales pozos del sector urbano, según ellos. Posteriormente, se decidió tomar aquellos pozos con flujo de agua permanentes, que de ellos se beneficiaran tres o mas familias, además, se consideró el escenario topográfico y la concentración de la población combinada con las actividades económicas que se realizan.

Cuadro 4. Matriz de descriptores.

Parámetros	Técnica/ instrumentos	Variables	Indicadores	Objetivos
Microbiológico	Tubos múltiples	Coliformes totales Coliformes fecales	NMP/100ml NMP/100ml	Cuantificar coliformes totales y fecales
Físico	Conductivímetro peachímetro	Temperatura, Conductividad pH,	°C uS (microsiemens) Acidez, neutralidad o alcalinidad.	Medir el estado físico del agua.
Químico	peachímetro	oxigenación	Potencial redox	Medir el nivel de oxigenación del agua.
Sistema de tratamiento de las aguas	entrevista	Tratamiento de las aguas	Cloración, ebullición, filtración, sedimentación.	Valorar el sistema de tratamiento que reciben los pozos.
Situación higiénico sanitaria	observación	Manejo	Normas técnicas de construcción de pozos. Manejo, evaluación y control sanitario.	Describir la situación higiénica sanitaria de las fuentes de agua.

3.4 Tipo de estudio

El presente estudio es de carácter descriptivo – transversal, el cual se realizó en el sector urbano del municipio de Rosita para determinar el estado físico – químico, bacteriológico y su relación con el manejo higiénico sanitarios que reciben las fuentes de agua de consumo humano en los meses de junio y septiembre del 2002.

3.5 Población

La población la constituyen los pozos, incluyendo a la presa que abastece a gran parte de la población a través de una red de tuberías de PVC que distribuye el líquido la cual es administrada por la Empresa Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL); es decir, el universo es de 25 pozos excavados de flujo permanente y de mucha demanda del vital líquido y la presa distribuidos en 11 barrios del municipio de Rosita.

3.6 Tamaño de la muestra.

La muestra del estudio la constituye el agua de 8 pozos que fueron seleccionados intencionalmente, tomando en cuenta la demanda poblacional de la fuente y su flujo potencial, aquí se incluye 2 muestras de agua de la presa que fueron tomadas a través de los grifos para un total de 10 muestras.

3.7 Fuente de información

La información se obtuvo a través de fuentes primarias y secundarias, el mecanismo para recolectar información fue mediante la observación directa, encuesta aplicada al dueño del pozo, entrevista no formal a las autoridades del municipio como ALCALDÍA, ENACAL, MINSA con el fin de dar a conocer el

propósito de la investigación sobre la calidad del agua y a la vez, saber si ellos disponían de alguna información acerca del tema en cuestión y más que eso, saber si estaban interesados en apoyarnos con algo de información o conectarnos con otras personalidades, también se hizo recopilación bibliográfica y tomas de muestra de agua.

3.8 Procedimientos técnicos para la recolección de la información

Variables físicas, químicas y de manejo (medidas in situ)

Parámetros físicos.

La Temperatura y la conductividad se midió en el campo y se determinó con un conductímetro marca Anna, con una precisión en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) de ± 0.2 y el pH se midió con un pHímetro marca Anna con una precisión de ± 0.2 .

Parámetro químico.

El potencial oxidación reducción del agua muestreada se midió con un pHímetro marca Anna con una precisión de ± 0.2 .

Parámetros de manejo higiénico sanitarios de los pozos muestreados.

A través de la observación directa y la aplicación de la encuesta al dueño de la fuente se recopiló la información sobre manejo y saneamiento del pozo.

Variables microbiológicas (medidas ex situ).

3.9 Toma, almacenamiento y transporte de la muestra de agua para examen bacteriológico.

Se incluyó la selección, captación y transporte de la muestra de agua para realizar análisis bacteriológico en un periodo de muestreo que permitió determinar la calidad de agua, tanto de las fuentes (grifos) y de los pozos que suplen al sector urbano de Rosita, siguiendo las recomendaciones de campo la

toma de muestra de agua para examen microbiológico que se define en el estándar método.(ver anexo 1)

Las muestras de agua tomada fueron representativas de la fuente de agua que se examinó y se evitó al máximo una posible contaminación accidental durante el muestreo. Las muestras se etiquetaron marcada con el lugar, fecha, la hora, la naturaleza del agua y otra información pertinente, y se enviaron sin demora al laboratorio para su análisis.

Frascos para muestras.

Se emplearon frascos de polipropileno esterilizado y limpio; se utilizaron tapones de rosca; el cuello del frasco se protegió de la contaminación cubriéndolo adecuadamente con bolsa especial esterilizada. En todos los casos fue vital obtener una muestra representativa de la fuente de agua para el estudio, así como brindar información adicional del entorno ambiental de dicha fuente de agua.

3.10 Procedimientos analíticos en el laboratorio.

Las muestras se trasladaron al laboratorio, preservadas con los procedimientos descritos anteriormente para su determinación analítica.

El procedimiento descrito para cada parámetro físico, químico y microbiológico se realizó de acuerdo al **manual de análisis microbiológico** y contando con el apoyo del Dpto. de microbiología del Centro para la investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA) representada por la Lic. Ileana Mairena.

3.11 Método de análisis del agua: método de tubos múltiples

El método de tubo múltiple es aplicable a todo tipo de muestra de agua coloreada o turbia, que contengan aguas residuales o lodos de aguas residuales, así como barro y partículas de tierra, siempre que la bacteria esté distribuida homogéneamente en las muestras preparadas para la prueba.

La técnica es esencialmente la que se usa en los laboratorios para coliformes totales y fecales, tal como es describe en **anexo 2**, cuyo procedimiento indica en añadir diferentes cantidades de agua tubos a tubos que contienen medios de cultivos adecuados para la determinación de bacterias de coliformes fecales o totales. Las bacterias presente en el agua en estudio se reproducen utilizando lactosa como fuente de alimento y a partir del numero de tubos inoculados y del numero de tubos con reacción positiva puede determinarse estadísticamente el numero más probable de bacterias presente en las muestra original de agua reportándose NMP/100ml.

3.12 Cálculo y expresión de los resultados

El cálculo de la densidad probable de bacterias coliformes termo tolerantes está basado en la combinación de los resultados positivos y negativos obtenidos en cada dilución. La densidad de coliformes totales se expresa como "Números Mas Probables" (NMP) de coliformes por 100 ml y se obtiene a través de tablas en las que se presenta el límite de confianza de 95% para cada valor de NMP determinado. (**Ver tabla NMP en anexo 3**).

Aunque los códigos presentados en la tabla NMP en series de 5 tubos se refieren específicamente a la combinación de resultados positivos obtenidos cuando son inoculados volúmenes de 10 ml, 1 ml y 0,1 ml de muestra, éstos pueden ser usados para volúmenes mayores o menores de siembra ajustando con la siguiente fórmula:

$$\text{Valor de NMP en la tabla x} \frac{10}{\text{Vol. dilución inicial}^*} = \text{NMP/100 ml}$$

3.13 Paquete estadístico

Para el análisis de esta investigación se usó el Microsoft Word, Excel, spss v. 10, SIG (sistema de información geográfica).

Microsoft Word para el levantado de texto de toda la información recopilada en la investigación.

Excel, para la elaboración de cuadros, entre otros.

SIG para la ubicación de los pozos y el mapa de los sitios del muestreo.

SPSS para los análisis estadísticos (regresiones, correlaciones, prueba de hipótesis.)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El tipo de aguas que existen en esta zona, son en su mayoría aguas turbias y especialmente las de pozos, por lo que, para la determinación de coliformes totales y fecales como parte medular del estudio se usó el método de los tubos múltiples como el más adecuado y confiable.

4.1 Situación higiénica sanitaria.

Dos de los pozos muestreados se hallan extremadamente contruidos a una distancia menor que los 15 metros de distancia de las letrinas propias del dueño del pozo. Estos pozos corre igual suerte con la letrina del vecino mas próximo, dato que no coincide con (**Aburto, 2002**), el cual plante que una letrina debe ubicarse a mas de 15 metros de distancia de la casa, a 20 metros del pozo.

4.1.1 Disposición de excreta y residuos líquidos.

El municipio no cuenta con un sistema de alcantarillado para evacuar las aguas negras los pobladores del municipio utilizan hoyos para poner letrinas y algunos instalan inodoros utilizando sumideros inadecuadamente, los cuales contaminan las aguas subterráneas o manantiales, según (**Aburto, 2002**), una letrina debe ubicarse a mas de 15 metros de distancia de la casa, 20 metros del pozo y la profundidad debe estar por encima del nivel freático.

La actividad normal de las personas diariamente produce toda clase de desechos algunos son líquidos (aguas servidas), como las aguas negras, otros gaseosos como el monóxido de carbono que está el humo que producen los vehículos y cocinas y otros sólidos que normalmente se llaman basuras.

4.1.2 La basura deteriora al agua como hábitat a los seres vivos.

En el sector urbano de Rosita se pudo constatar un gran numero de basureros clandestinos, los mismos patios de los dueños son usados como cestos de basuras en las cuales depositan todo aquello que se consideran inutilizable, sin prever que estos malos hábitos pueden contaminar el agua que ellos mismos consumen, tendencias de estos resultados coincide con lo que aparece en (<http://es.geocities.commmmyounges/glosario/p,htm>) "Las aguas de un cuerpo de agua contaminada con gran cantidad de materia orgánica como restos de alimentos humanos y de animales propician el desmedido crecimiento de algas. Estas, al morir generan podredumbre y generan proliferación de bacterias, las cuales consumen el oxígeno disponible en el agua. Por eso al no brindarles el manejo adecuado a estas fuentes se vuelven un serio peligro para la salud humana, hasta llegar al punto de no poder ser usada para fines humanamente sanitarios".

El origen de los desechos sólidos o basuras en la zona es muy variado, podemos mencionar algunos tales como:

- Restos de comida (tripas, conchas, huesos)
- Ropa vieja y zapatos rotos.
- Periódicos, revista, cuadernos, todo tipo de papel.
- Latas, botellas, resistentes de plásticos utensilios
- Polvo que se recoge de las casas
- Ramas, hojas de los patios y jardines
- Polillas de cigarro, juguetes en mal estados.
- Caja de madera y cartón que contiene mercadería

La acumulación excesiva de basura en las calles, casas y alrededores se debe principalmente a la falta de educación ambiental de las autoridades locales y poca conciencia de la población al no ubicar la basura en su lugar. Esta problemática es general en todos los barrios visitados.

Los desechos que se encuentran sobre las calles no principales no son recolectados por el camión. Cuando el camión recolector de basura no pasa, además, de solo hacerlo dos veces por semana, los pobladores optan por quemar o mandar a botar la basura en basureros clandestinos o las depositan en riachuelos que desembocan en el río Bambana.

Por otra parte los destazadores tiran las vísceras en el lugar más fácil, otros las depositan al aire libre y esto provoca mal olor y la presencia de moscas en toda la casas. Las personas de este lugar han convivido con está problemática y se han adaptado viendo esto como algo cotidiano sin buscarle soluciones prácticas al problema.

4.1.3 Condiciones higiénicas sanitarias del agua.

Todo lo antes descrito pone de manifiesto el alto riesgo que se corre creer que se toma agua limpia, sabiendo ahora de la gran cantidad de agentes potenciales de contaminación que deambulan alrededor de las fuentes mismas. Los datos del cuadro 5 en la página siguiente reflejan esas consecuencias.

Las condiciones higiénico - sanitarias de los pozos muestreados del municipio de Rosita no cumple con las normas mínimas de ubicación e infraestructura y de manejo, sin embargo los pobladores del municipio los ven como parte de su desarrollo socio económico y cultural, obviando así, el motivo del sentido de responsabilidad que debe de tener el individuo, la familia y la comunidad por su bienestar biológico, psicológico y social.

El agua es un líquido vital, garantiza la vida, permite crear un medio higiénico, sin embargo, en presencia de algunos factores como la mala higiene personal y ambiental se puede transformar en vehículos o medios de transmisión de enfermedades no solo en el ser humano, sino que también los animales.

Cuadro 5. Resultados de manejo higiénico – sanitario y microbiológicos del agua de pozos en Rosita.

Sitios		Junio		Septiembre	
	Manejo	CT	CF	CT	CF
Esc. E. Mongalo	9	500	500	3500	3500
Oscar flores	11	170	130	900	900
fenicia salida siuna	11	1600	350	5000	5000
fenicia salida siuna	13	1600	1600	5000	5000
fenicia Salida siuna	12	90	90	7000	5000
Irene Torres	8	1600	1600	3500000	3500000
Viviana Granados	10	170	70	27000	14000
Angel Urbina	7	1600	1600	35000	35000

Nota:

CT = Coliformes totales.

CF = coliformes fecales.

Este cuadro refleja los resultados colimétricos en función del manejo que reciben. Los parámetros de manejo aquí reflejados no se ven con esa clara relación de dependencia del manejo y la existencia de bacterias coliformes, debido quizás a la mala infraestructura de los pozos, ello hace propensas a contaminarse más fácilmente que otras. Algunos de esos factores influyentes en la contaminación de las fuentes de agua son: la pendiente, la distancia y dirección del pozo a la letrina, no poseen brocal, el agua misma que de ellos se extrae puede fácilmente regresar a ellos nuevamente, la forma de cómo el usuario hace uso del pozo, entre otros.

A finales de verano según los datos del cuadro anterior se evidencia menor cantidad de coliformes, pero aun así, no cumplen estas fuentes con las normas de calidad recomendados la (OMS, 1997) y la (OPS, 1995) las cuales sugieren que no deben ocurrir en forma repetida presencia de coliformes fecales y no mayor de 10 coliformes totales.

4.2 Abastecimiento del agua.

Actualmente son pocas las familias beneficiadas por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) y que poseen las tuberías en sus hogares. La población de este sector urbano que no recibe este servicio directo en sus hogares suplente sus necesidades de agua por medio de pozos artesanales que no cumplen con las normas higiénicas sanitarias establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1979) para tomar agua de ellos.

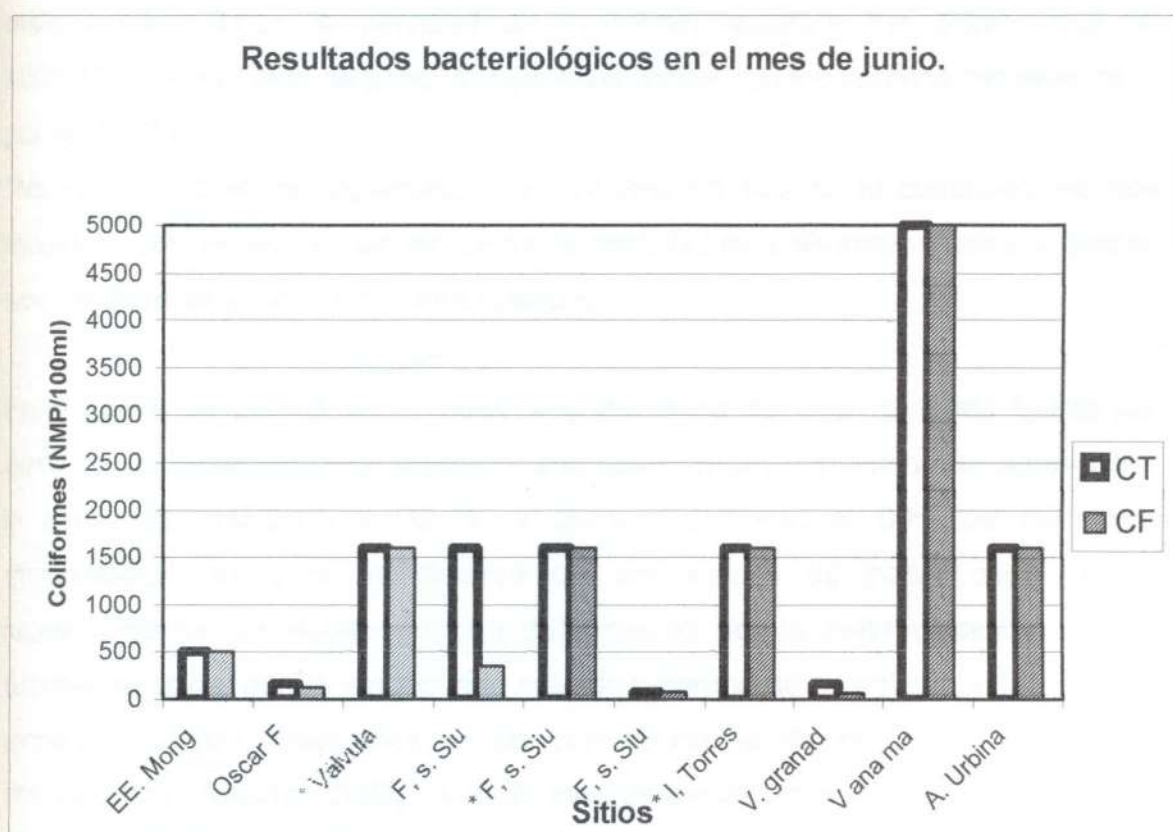


Grafico 1. Resultados del análisis bacteriológico en el mes de junio, 2002.

El gráfico pone de manifiesto la presencia de coliformes totales y fecales a finales de verano en cada uno de los pozos muestreados y los dos grifos. Las muestras tomadas de los grifos muestran el más alto número de coliformes con relación a

los pozos. La válvula del Barrio Ana María en el mes de junio estaba deteriorada y el agua se tomada casi inmediatamente del suelo, razón por la cual podría asumirse el elevado número de coliformes totales y fecales.

La profundidad de los pozos muestreados oscila entre 1-9mts. Las personas que toman de esta agua, algunos, únicamente, le añaden cierta cantidad de cloro y luego la guardan en algún recipiente.

La calidad del agua de los pozos muestreados y la de los dos grifos son de muy mala calidad, pues la cantidad de coliformes siempre fue mayor que 90 NMP/100ml en el mes de junio, lo cual no coincide con los criterios recomendado por la (OMS):

"No se debe detectar organismos de coliforme en 100 ml de cualquiera en dos muestras consecutivas", sin embargo, la cantidad de coliformes totales y fecales son semejantes en los pozos muestreados.

En la época de verano se incrementa la demanda del agua en cada fuente por parte de la población para satisfacer sus necesidades, situación que agrava con la existencia escasa del líquido y aproximadamente el 60% de los sitios muestreados no reúne ni siquiera las condiciones de poder decir, aguas higiénicamente aceptables. Hecho determinado por la mala ubicación de las fuentes de agua, por un inadecuado manejo y porque no cumplen con las normas técnicas mínimas aceptables de las construcciones de los pozos, lo cual no coincide con (Aburto, 2002): "Las letrinas deben construirse a una distancia de 20 metros de la fuente de agua y 15 metros de la casa, como mínimo".

Resultados bacteriológicos en el mes de septiembre.

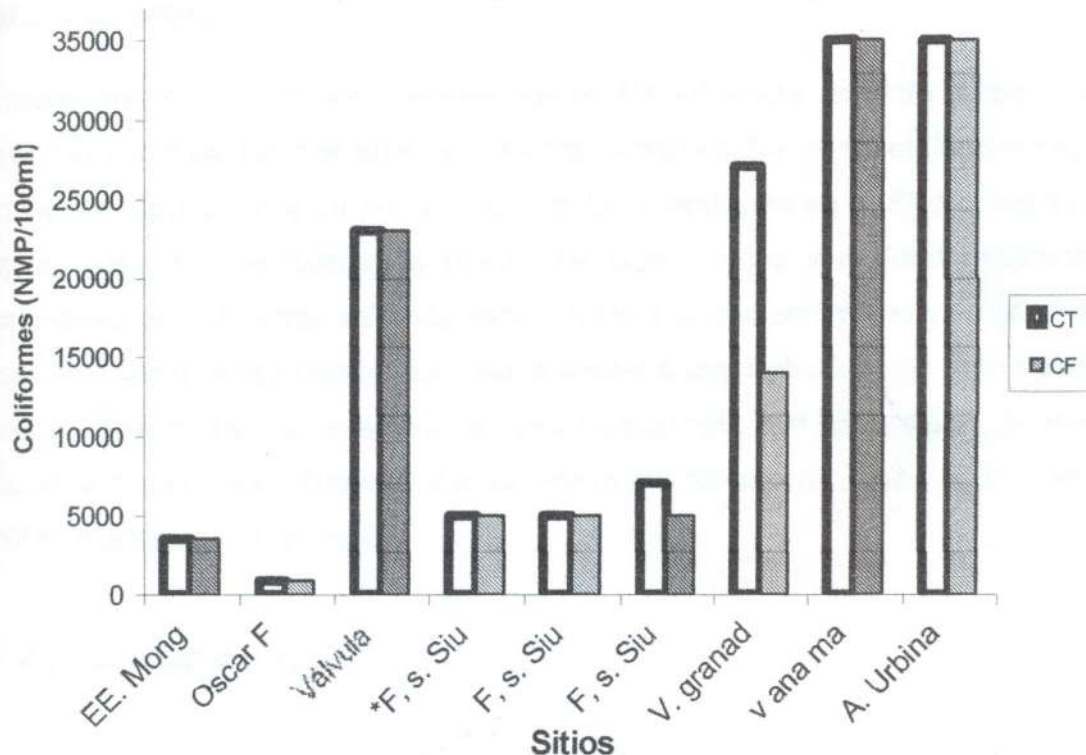


Gráfico 2. Resultados microbiológicos en el mes de septiembre, 2002.

El gráfico muestra la presencia de bacterias coliformes en 7 pozos (el pozo numero 8 no aparece en el grafico por que su correspondiente valor es muy alto y esto hacía insignificante la tendencia del gráfico de los otros 7) y 2 grifos muestreados en el mes de septiembre, el incremento obedece además, del manejo inadecuado y de las construcciones sin cumplir con las normas técnicas de infraestructura adecuadas de las fuentes, al incremento de precipitación en la zona en estudio.

Las fuentes de aguas al no estar bien ubicadas y construidas las lluvias juegan un papel determinante en la contaminación del agua por el arrastre de desechos que éstas hacen, de las parte altas hacia las partes más bajas llevado consigo todo lo que haya en su recorrido. Un pozo bien construido debe poseer una sello impermeable hasta una profundidad de 3 metros por debajo del nivel del suelo,

además, un buen brocal y recibir buen manejo higiénico - sanitario, según (Mairena, 2001)

Independientemente de los mecanismos de transferencia, nivel de propagación y retención final de los diferentes productos transportados, si estos logran llegar al manto freático durante su proceso de traslado modifican en mucho la calidad del agua, pues son percolados a través del suelo, rocas y materia orgánica. La ocurrencia de estos mecanismos varía en los tres compartimentos de un sistema acuífero: suelo, zona insaturada y agua subterránea, debido a que esto no es tan fácil de determinar con exactitud, lo mejor es cumplir con las normas de manejo recomendadas, para luego evitarnos mayores costos. (L. Chéry y C. Mouvet, 2000) (traduced of Frances)

4.3 Calidad del agua.

La calidad del agua de los pozos muestreados es de mala calidad y su uso constituye un peligro para la salud integral, ya que, un buen indicador de la calidad del agua para beber o nadar es el número de colonias de bacterias coliformes presentes en una muestra de 100 ml de agua. La OMS (organización mundial para la salud) recomienda una cuenta de 0 colonias de dichas bacterias por 100 ml de agua para beber, y la EPA (agencia de protección ambiental) recomienda un nivel máximo para nadar de 200 colonias por 100ml (Miller, 1994).

Finalmente determinamos la demanda química de oxígeno del agua (DQO), a fin de conocer su capacidad oxidativa. La técnica empleada fue la tradicional por determinación del exceso de dicromato de potasio por titulación redox con sulfato ferroso amoniacal (el hierro es el agente reductor en este caso).

([www. qu091359@udlapvms.pue.udlap.mx](mailto:www.qu091359@udlapvms.pue.udlap.mx))

Cuanto mayor es la cifra, más alto es el porcentaje de reacciones de oxidación y más limpia está el agua, ([www.mascotas- plus.com/mascotas+/p388.html](http://www.mascotas-plus.com/mascotas+/p388.html)).

Cuadro 6. Parámetros de calidad de agua medidos en el mes de junio, 2002.

Muestreos en el mes de junio												
Sitios	Valores recomendados				Valores encontrados				Valores recom		Valores encontrados	
	uS	°C	pH	Redox (mV)	uS	°C	pH	red o	CT	CF	CT	CF
EE. Mong	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	84.2	27.2	5	244	0	0	500	500
Oscar F	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	95.3	26.2	5.1	232	0	0	170	130
Válvula	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	87	30	7	216	0	0	1600	1600
F, s. Siu	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	234	27	6.6	197	0	0	1600	350
F, s. Siu	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	212	29	6.6	196	0	0	1600	1600
F, s. Siu	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	200	25	6.6	214	0	0	90	90
I, Torres	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	987	27	6.9	109	0	0	1600	1600
V. granad	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	357	28	6.3	158	0	0	170	70
V ana ma	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	95.3	28.2	7.2	128	0	0	5000	5000
A. Urbina	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	120	31	5.2	211	0	0	1600	1600

Nota:

μS = conductividad

pH = potencial hidrógeno

°C = temperatura

redox = potencial oxidación reducción

En este cuadro se muestran los parámetros considerados en este estudio para determinar la calidad del agua. El agua físicamente representados por la conductividad (uS), la temperatura (°C) y el pH se hallan dentro del rango aceptable y químicamente reflejada por el potencial redox (mV) se puede decir, que solo el 50% de las muestras están dentro del rango permitido de potencial redox (200mV – 400mV), lo que significa, que debido al grado de contaminación por material orgánico en descomposición, existen muchos organismos que demandan mucho oxígeno (aerobios).

Con respecto a la conductividad, el 100% esta dentro del rango aceptable, y pareciera no tener reciprocidad con el potencial redox, ello se debe, a que la conductividad mide la capacidad del agua para transportar corrientes eléctricas y el agua mientras mas limpia, menos capacidad tiene para conducirla, y viceversa. El resultado puede ser afectado por la presencia de metales, aunque la fuente esté exenta de materia orgánica en descomposición.

Cuadro 7. Parámetros de calidad de agua medidos en el mes de septiembre, 2002.

Sitios	valores Recomendados				valores encontrados				V.R.		V. E.	
	uS	°C	pH	Redox (mV)	uS	°C	pH	red o	CT	CF	CT	CF
EE. Mong	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	69	29.7	5.1	236	0	0	3500	3500
Oscar F	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	40	28.5	5.2	240	0	0	900	900
Válvula	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	5	28.4	7.1	180	0	0	23000	23000
*F, s. Siu	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	23	29.7	6.5	213	0	0	5000	5000
F, s. Siu	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	163	29.5	6.5	220	0	0	5000	5000
F, s. Siu	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	23	27.27	6.6	228	0	0	7000	5000
I, Torres	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	641	28.5	7.2	165	0	0	3.5*10 ⁶	3.5*10 ⁶
V. granad	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	256	28.7	6.8	148	0	0	27000	14000
V ana ma	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	68	28.3	7.5	147	0	0	35000	35000
A. Urbina	400	18 a 30	6.5 a 8.5	200-400	43	28.1	5.4	194	0	0	35000	35000

Nota:

V. R. = valores recomendados.

V. E. = Valores encontrados.

En el cuadro se muestra que el 50% de las fuentes muestreadas en el mes de septiembre disponen de la misma cantidad de oxígeno que en el mes de junio, ello no significa que la contaminación se redujo, sino que debido al movimiento mas frecuente del los flujos de aguas, hacen que éstas se oxigenen. Con respecto a la conductividad el 90% está en los rangos aceptables. Si comparamos los resultados de ambos muestreos nos daremos cuenta que con la presencia de precipitación en la zona aumenta la disponibilidad de oxígeno en las fuentes de agua y existe una mayor disolución de los sólidos totales disueltos en las mismas, reduciendo así en pequeños valores, la conductividad.

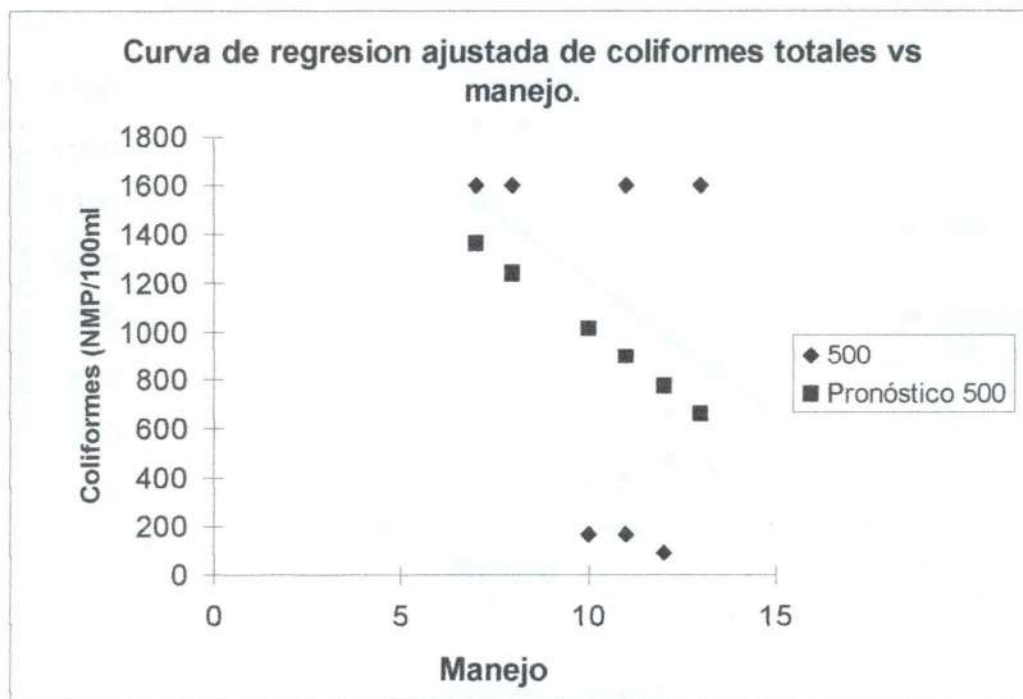
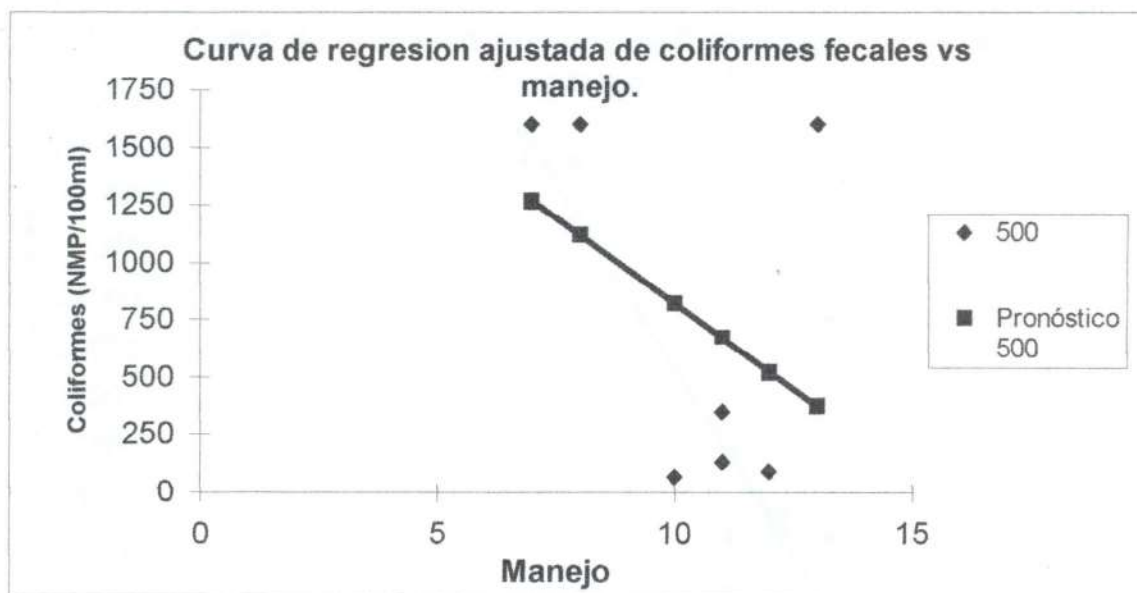


Gráfico 3. Pronósticos basados en la curva de regresión ajustada.

La gráfica de curva de regresión ajustada, demuestra que a mayores manejos adecuados brindados a la fuente, la cantidad de coliformes totales tiende a disminuir, la tendencia de la línea de cuadros muestra la variación en los resultados de coliformes totales con respecto al manejo, para coliformes totales lo cual la correlación lineal explica en un 10% la presencia/ausencia de coliformes totales.



$$y = -149.27x + 2312.5$$

Grafico 4. Pronósticos basados en la curva de regresión ajustada

El gráfico 4, hace evidente la influencia del buen manejo que hay que darle a las fuentes de agua que utilizamos para consumo humano. A pesar de la variabilidad de los resultados con respecto al manejo, estos logran ser explicados en un 17% por una correlación lineal, sin embargo, el valor calculado con un nivel de significación de 5% no rechaza la tendencia de que el manejo juega un papel importante en la existencia o no de coliformes fecales.

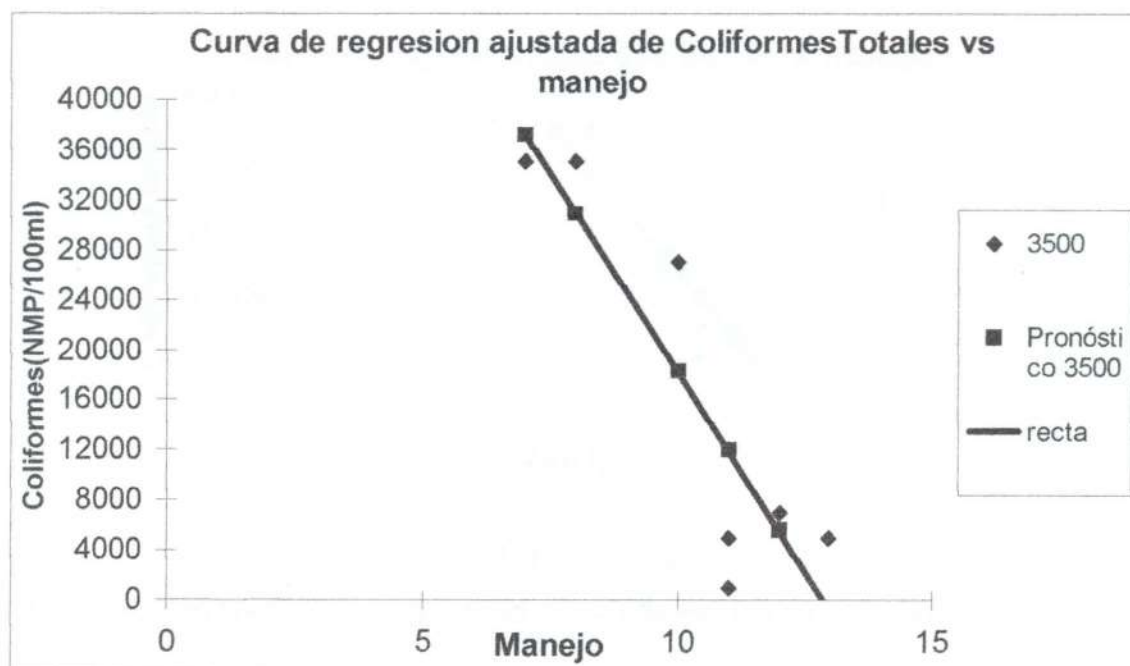


Grafico 5. Pronósticos basados en la curva de regresión ajustada.

Los resultados en el mes de septiembre son más evidentes y significativos, probablemente la alta precipitación haya influido en el incremento de la presencia de coliformes y esto se debe al papel que juegan las escorrentías en los pozos con una mala infraestructura, el agua entra con facilidad llevando consigo partículas diversas. La curva de regresión ajustada muestra claramente con un 78% la tendencia a que si los pozos tuvieran mejores infraestructuras y recibieran mejor manejo higiénico sanitario, la cantidad de coliformes disminuiría y, por ende, la calidad del agua sería mejor.

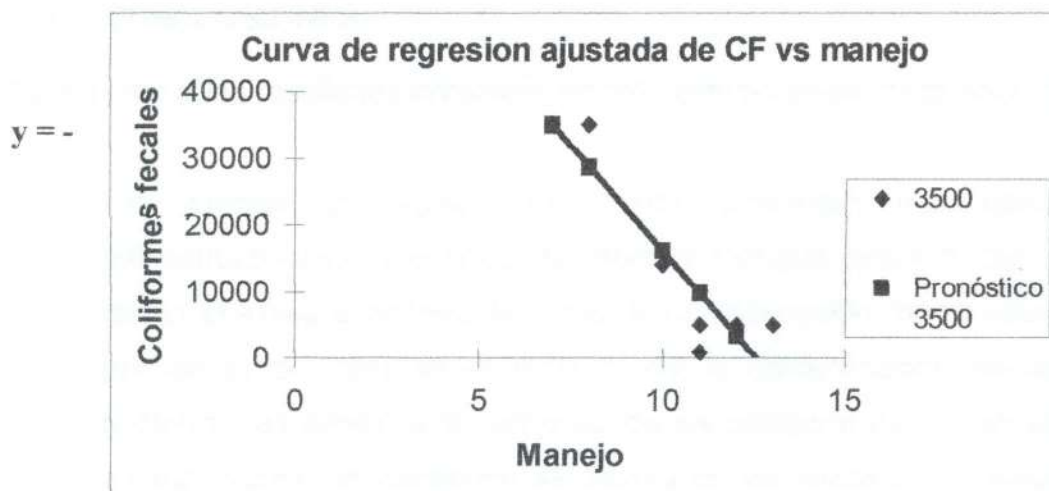


Grafico 6. Pronóstico basado en la curva de regresión ajustada.

Los resultados de coliformes fecales con respecto al manejo, en el mes de septiembre son muy significativos al 95% de confiabilidad, la presencia de coliformes es muy alta. La curva de regresión ajustada donde el manejo es la variable explicativa y la presencia de coliformes es la variable explicada muestra con un 84% la tendencia a que si los pozos tuvieran mejores infraestructuras y recibieran mejor manejo higiénico sanitario, las fuentes tendrían una mejor calidad.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir que:

1. Las fuentes de agua muestreadas presentan una ubicación e infraestructura sin cumplir con las normas técnicas para ello, de modo que hacen posibles el acceso de focos de contaminación hacia ellas, ya sea por las escorrentías en el invierno, por la contaminación del las aguas subterráneas debido a la cercanías de las ubicación de las letrinas, o por simple deposición accidental de basura en los pozos en cualquier época del año.
2. El 87% de los pozos muestreados se encuentran dentro del rango recomendando bajo el parámetro de conductividad en el mes de junio y de septiembre, por lo que se puede decir que las aguas muestreadas no contienen altas concentraciones de sales minerales disueltas.
3. Las aguas a pesar que son de pozos no son tan frescas, ya que, el 87%, se halla en el dominio superior recomendado de temperatura en el mes de junio y de 100% para el mes de septiembre.
4. Las aguas de este municipio tienden a ser aguas ácidas. Se encontró que el 70% en ambos muestreos de las aguas de los pozos en estudio presentan un pH dentro de los límites bajos recomendados.
5. Las aguas de los pozos en estudios debido al alto grado de contaminación se puede constatar que el consumo de oxígeno en las fuentes es alto razón por la cual únicamente el 50% mostraron una capacidad oxidativa aceptable dentro de los límites inferiores recomendados para el mes de junio y septiembre.

6. La contaminación del agua está relacionada con múltiples factores como: la carencia de un *sello impermeable* en los costados de los pozos hasta una profundidad de 3 metros por debajo del nivel del terreno ello permite el ingreso de cualquier agua superficial al pozo, *la ubicación*, ya que el 50 % de los pozos en mención están a una *distancia* menor que los 5 metros de la casa y el 87%, están ubicados a una distancia menor que los 20 metros de la letrina, entre otros, y directamente con el modo en que se usa y maneja el recurso agua.
7. No existe una aplicación adecuada de las normas técnicas rigurosas de higiene y salud y de tratamiento agregado, razón por la cual el 100% presento recuentos microbianos altos, esto define los niveles de calidad más bajos y representan un peligro potencial de enfermedades gastroentéricas en la población que consuma agua de ellos.
8. En términos promedios en la cantidad de coliformes totales varió de 1233 NMP/100ml en el mes de junio a 364140 NMP/100ml en el mes de septiembre.

VI. RECOMENDACIONES

1. Que los dueños de pozos adecuen la infraestructura de los pozos a las normas técnicas de construcción e infraestructura.
2. Que los pozos con altos recuentos bacteriológicos sean eliminados y reubicados cumpliendo con las normas técnicas recomendadas.
3. Que las fuentes de agua se laven al menos cada dos meses, se filtre el agua y se le agregue cloro.
4. Aplicar adecuadamente las normas técnicas rigurosas de higiene y salud.
5. Que la alcaldía elimine los basureros clandestinos y realice campañas higiénicas sanitarias a la población para educarlo en el manejo adecuado que ha de darle a la basura y sus obligaciones y derechos a su rol en la sociedad referentes a la contaminación del agua por la deposición inadecuada de la basura.
6. Que el MINSA como ente rectora de la salud realice campañas higiénicas sanitarias al público para educarlo en sus obligaciones y en sus derechos referentes al agua.
7. Que el MINSA o los interesados en la calidad del agua realicen estudios más fehacientes e integrales relativos a aspectos físicos, químicos y bacteriológicos.
8. Aplicar la Ley del Ambiente, Reglamento de Salud Ambiental, y las Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a los Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario para que la población deje de tirar la basura al aire libre y donde mejor le parezca.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Aburto, P, (2002). Biología V.
2. Allen, M. (1996). La importancia para la salud publica de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable. Reunión sobre la calidad del agua potable. CEPIS. OPS. OMS. Lima Peru.
3. American Water Association (www.awwa.org/spmain.ntm).
4. Arnold Greenberg, (1992). Lenore S. Clesceri y Rhodes Trussell 1989: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, 18TH edition.
5. Branco, (1984). Citado por Ileana Mairena, microbióloga del centro de investigación de los recursos acuáticos, CIRA, UNAN Managua, Nicaragua. 2002.
6. Buitrago, (1997). Biología II.
7. CAPRE, (1993). Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano.
8. Castro, Dionisio. (2002). Entrevista, Minsa Rosita
9. **CENAGRO, (2000)**. Censo Nacional Agropecuario.
10. Chéry L. y Mouvet, C. (2000:82-88). "Principaux Processus Physico-Chimiques et Biologiques Intervenant Dans L'infiltration des Produits Polluants et Leur Transfert Vers les Eaux Souterraines".
11. Daniela A. Bujan daniela_a@sinectis.com.ar Ins. Juan Mantovani. Materia Recursos Naturales. (1998.)
12. Derisio, J.C., (1992); Doménech, X., (1995) Citado por Ileana Mairena microbióloga del centro de investigación de los recursos acuáticos, CIRA, UNAN Managua, Nicaragua. 2002.
13. Díaz, M. (1999:97). Contaminación ambiental #4 cuaderno de extensión universitaria. Editorial Ellacuría, S.A.L. Servicio editorial universidad del país Vasco.
14. ENACAL, (1999:23) Normas Y Procedimientos Técnicos Para La Implementación De Proyectos De Agua Potables Y Saneamiento En El Sector Rural Disperso De Nicaragua.

15. Enciclopedia Encarta, (2002.)
16. Geldrich, E. E, Papavassiliou, J. Y Col (1967). Citado por Ileana Mairena, microbióloga del centro de investigación de los recursos acuáticos, CIRA, UNAN Managua, Nicaragua. 2002.
17. Goldman y Horn, (1983). Citado por Ileana Mairena microbióloga del centro de investigación de los recursos acuáticos, CIRA, UNAN Managua, Nicaragua. (2002).
18. <http://es.geocities.com/myounges/glosario/p,htm>
19. <http://www.qu091359@udlapvms.pue.udlap.mx>
20. <http://www.mascotas-plus.com/mascotas+/p388.html>
21. <http://www.us.es/grupotar/tar/formacion/laboratorio/potabilidad/>
22. INAA, (1999:18 y 118). Calidad de agua. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. Vol. 123p.
23. INETER, (2000). recopilados por el Censo nacional agropecuario (CENAGRO). 2002.
24. Linsley, Koler paulus. (1981: 213). hidrología para ingenieros. 2ª. Edición. Ed. McGrawHill.
25. Mairena I, (2001:4). Manual para evaluar la calidad de agua desde el punto de vista microbiológico.
26. Millar, Tyler. (1994:363, 666 y 688). Contaminación del agua. Ecología y medio ambiente. Ed. Iberoamerica, impreso en México. Vol. 867p.
27. Minsa Rosita, (2002). recopilados por el Censo nacional agropecuario (CENAGRO). 2002
28. Nelly Nakamatsu Jefa del Equipo Evaluación de Calidad. SEDAPAL
29. OMS, (1997). Organización Mundial de la Salud.
30. OMS, 1997. Citado por Ileana Mairena microbióloga del centro de investigación de los recursos acuáticos, CIRA, UNAN Managua, Nicaragua. 2002.
31. OPS, (1995). Organización Panamericana de la Salud.
32. Pablo Correa-Hernández Pablohsn6@yahoo.com Montevideo-Uruguay
33. Ponce, R. y Andrede L. (1997:161 y 163). biología 1. 1ª. Edición. ed. Santillana, México, D.F. vol. 216 Págs.

34. Republica de Nicaragua, Minsa – INAA. (1999:2). Importancia del agua para la vida. Modulo # 1.
35. Republica de Nicaragua. La gaceta diario oficial, disposiciones sanitarias. Decreto No. 394. Managua agosto, (2000). Impreso en grafico editores.
36. Reyes, H. Hec1tok@hotmail.com
37. URACCAN, (1999:46 y 47). Revista universitaria del caribe URACCAN, I semestre. Managua, Nicaragua.
38. Vannini, F. y Buitrago, J., (1999). Ciencias naturales. 2ª ed. – Managua HISPAMER. 167p. p.

VIII. ANEXOS

1. Toma de Agua de Grifos.

En los casos en que se tomaron muestras de grifos. Una vez retirados los filtros u otros accesorios, se procedía una cuidadosa limpieza con alcohol. Con el grifo cerrado se flameaba el extremo del mismo mediante llama obtenida con un poco de algodón empapado de alcohol y sostenido con unas pinzas. Se abría el grifo para que el agua fluyera abundantemente y se renovara el contenido en la tubería. Se destapaba el frasco esterilizado sin tocar la boca del mismo ni el interior del tapón.

Rotulación.

Antes de la toma de la muestra se marcaba el frasco mediante rotulador resistente al agua con una referencia que nos permitiera su identificación. En todo caso la muestra se acompañaba de una ficha o etiqueta en la que se consignaba los siguientes datos:

- ❖ Datos del agua
- ❖ Origen de la muestra (Pozo, grifo)
- ❖ Fecha y hora de captación

Acondicionamiento y conservación.

Una vez tomada la muestra se acondicionará de modo que quedase en la oscuridad. Es conveniente iniciar el análisis antes de que transcurran seis horas desde la toma de la muestra, sin embargo, podrá demorarse su análisis hasta veinticuatro horas cuando haya sido conservada en refrigeración a $+4^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) como fue nuestro caso.

2. Análisis microbiológicos, Métodos de tubos múltiples.

Prueba presuntiva 1

Los tubos se identifican y codifican de agua de dilución

1. Las muestras de agua deben agitarse vigorosamente antes de proceder a realizar las diluciones para conseguir una dispersión homogénea de las bacterias.
2. Se procederá a realizar las diluciones respectivas, transfiriendo con una pipeta estéril 1 mililitro de la muestra a un tubo con 90 +/- 2 ml de agua de dilución (Buffer) para obtener la dilución 10^{-1} , a partir de esta dilución continuar haciendo diluciones en una progresión geométrica de 1 hasta llegar a la dilución 10^{-6} , 10^{-7} o 10^{-8} dependiendo del grado de contaminación que se sospeche.
3. Preparar una batería con series de cinco tubos que correspondan a las diluciones realizadas conteniendo 9ml de caldo lactosado (CLT) de concentración simple. Colocarlos en gradillas y codificar los tubos anotando el número asignado a la muestra, volumen (y/o dilución) a inocular y fecha.
4. Las diluciones realizadas a partir de la muestra deben agitarse vigorosamente en un agitador de tubos mecánico antes de ser inoculadas al CLT.
5. Ordenar los frascos conteniendo las diluciones, en secuencia decreciente de concentración (de mayor a menor dilución).
6. Agitar vigorosamente por unas 25 veces el frasco con la última dilución efectuada (mayor dilución) y con una pipeta estéril, inocular 1ml de la dilución en cada uno de los cinco tubos con CLT de concentración simple correspondiente a dicha dilución.
7. Proceder de la misma forma inoculando de la muestra más diluida a la más concentrada, utilizando la misma pipeta.

8. Incubar los tubos por 24 +/- 2 horas a 35° + 0,5 °C. Al final del período de incubación examinar y separar los tubos de CLT positivos, es decir, aquellos que presenten, a la vez, formación de gas en el tubo durham, turbiedad y fermentación. Anotar los resultados. Todos los tubos positivos deben pasar a la prueba confirmativa. Reincubar los tubos negativos por 24 horas más.
9. Si el gas no fuera visible en los tubos durham, agite suavemente el tubo. Si se observa cualquier tipo de efervescencia (corriente de burbujas diminutas), el tubo debe ser considerado como positivo.
10. Realizar la segunda lectura. Separar y anotar los resultados de los tubos positivos y pasarlos a la prueba confirmativa. Los tubos negativos no se toman en cuenta.

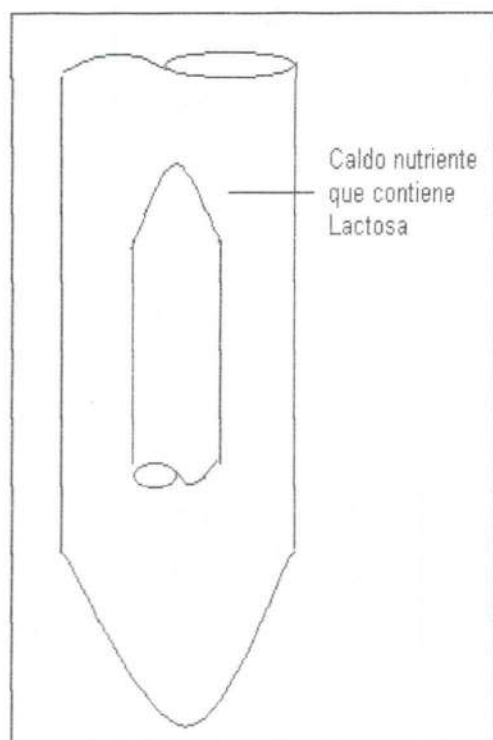
Prueba confirmativa / Coliformes Totales

- Utilizar caldo lactosado verde brillante bilis 1 % (CLVBB).
- Se Marcan los tubos de CLVBB que corresponden a cada tubo positivo de CLT de la prueba presuntiva.
- Se Agitarán suavemente cada tubo de CLT presuntivo positivo para resuspender los organismos y con un asa de siembra previamente esterilizada y enfriada, se extraerá una asada del material e inocular en el tubo de CLVBB evitando tocar la película superficial que puede formarse en el CLT.
- Se incubarán todos los tubos de CLVBB inoculados, durante 24 a 48 horas a 35° +/- 0,5°C.
- Se procederá a la lectura luego de las 24 horas, considerando prueba positiva confirmativa para coliformes totales a los tubos que presentaron, a la vez, formación de gas en el tubo durham, turbiedad y fermentación.
- Se reincubarán los tubos sin crecimiento 24 horas adicionales.
- Se continuará con la lectura luego de las 24 horas adicionales. Se separarán y anotarán los resultados de los tubos positivos. Los tubos negativos se descartarán.

- Se anotarán los resultados y se calculará el NMP a partir de los datos obtenidos en la prueba confirmativa.

Método de los tubos múltiples (método tradicional)

Procedimiento de un tubo:



Esterilización

- Adición de la muestra de agua (entre 0,1 y 100 ml)
- Incubación: $T = 35^{\circ}\text{C}$, $\theta = 48$ horas
- Resultado:

Ausencia de gases en tubo invertido, indica que los coliformes no están

Presentes.

Presencia de gases en tubo invertido indica la evidencia presuntiva de la Existencia de coliformes.

Procedimientos en tubos múltiples:

- Serie común: 5 tubos con porciones de 10ml

de agua

5 tubos con porciones de 1ml de agua

5 tubos con porciones de 0,1ml de agua

- Resultado de tubos positivos se ingresa a la tabla de probabilidades que entrega el numero más probable de coliformes por 100ml de la muestra original (NMP/100ml)

3. Tabla de NMP y límites de confianza al 95%.

Lectura (1)	Índice NMP por 100ml	Límite de confianza (2)		Lectura (1)	Índice NMP por 100ml	Límite de confianza (2)	
		Inferior	Superior			Inferior	Superior
000	< 0			412	26	9	78
001	2	< 0.5	7	420	22	7	67
010	2	< 0.5	7	421	26	9	78
020	4	< 0.5	11	430	27	9	80
				431	33	11	93
100	2	< 0.5	7	440	34	12	93
101	4	< 0.5	11				
110	4	< 0.5	11	500	23	7	70
111	6	< 0.5	15	501	31	11	89
120	6	< 0.5	15	502	43	15	110
				510	33	11	93
200	5	< 0.5	13	511	46	16	120
201	7	1	17	512	63	21	150
210	7	1	17	520	49	17	130
211	9	2	21	521	70	23	170
220	9	2	21	522	94	28	220
230	12	3	28	530	79	25	190
				531	110	31	250
300	8	1	19	532	140	37	340
301	11	2	25	533	180	44	500
310	11	2	25	540	130	35	300
311	14	4	34	541	170	43	490
320	14	4	34	542	220	57	700
321	7	5	46	543	280	90	850
				444	350	120	1000
400	13	3	31	550	240	68	750
401	17	5	46	551	350	120	1000
410	17	5	46	552	540	180	1400
411	21	7	63	553	920	300	3200
				554	1600	640	5800
				555	> 2400	-	-

4. Manejo que reciben las fuentes de agua.

Pre gunta	Observa ción	Esc. E. M.	oscar	Fenicia 1	Fenicia2	Fenicia3	Irene	V. granad	A. urbin
1	Si / no	si	si	no	si	si	si	si	No
2	No / si	no	no	no	no	no	no	no	si
3	Si / no	si	si	si	si	si	no	No	Si
4	Si / no	si	si	si	si	s	si	Si	No
5	Si / no	si	no	si	si	Si	no	no	no
6	Si / no	no	no	si	si	si	no	si	Si
7	Si / no	si	si	no	si	s	si	si	Si
8	Si / no	si	si	si	no	si	si	si	Si
9	Si / no	verano	C/ mes	Bimen sual	mensual	mensual	no	C/15 días	Año pa
10	Si / no	si	si	si	si	si	si	si	Si
11	Si / no	4m	40m	8m	12m	10m	2m	2m	4m
12	Si / no	12m	90m	10m	12m	15m	5m	12m	10m
13	Si / no	7m	80m	10m	12m	15m	14m	12m	12m

5. Cuestionario para pozo excavado.

Datos de la muestra

Localidad: _____ Punto de muestreo: _____

Lugar: _____ Fuente: _____

Remitente: _____

Fecha de recolección: _____ Hora de recolección: _____

1. ¿Está el cubo, cuerda, etc, fuera del alcance de los usuarios, animales, aves, insectos? Si, no.
2. ¿Es posible que el agua extraída del pozo vuelva a drenar hacia el? Si, no.
3. ¿Esta la vecindad inmediata del pozo libre de cualquier fuente de contaminación potencial? Si, no.
4. ¿Hay delantal impermeable que impida el ingreso de cualquier agua superficial al pozo? Si, no.
5. ¿Está los costados del pozo sellados herméticamente hasta una profundidad de 3 metros por debajo del nivel del terreno? Si, no.

6. ¿Se clora el agua del pozo? Si, no.
7. ¿Tiene tapa el pozo? Si, no.
8. ¿Hay flujo constante de agua? Si, no.
9. ¿Se lava el pozo? Si, no.
10. ¿Tiene brocal el pozo? Si, no.
11. ¿Esta el pozo ubicado a ____ metros de la vivienda?
12. ¿Esta el pozo ubicado a ____ metros de la letrina?
13. ¿Esta el pozo ubicado a ____ metros de letrina del vecino?

6. Datos codificados correspondientes al manejo de los pozos.

preguntas	resp. observada	código	E.E..molangalo	oscar flores	fenicia ,s,siu1	fenicia,s ,siu2	Fenicia. s siu3	Irene torrez	Viviana granado	Ángel Urbina
1	Si/no	1,2	1	1	2	1	1	1	1	2
2	Si/no	2,1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	Si/no	1,2	1	1	1	1	1	2	2	1
4	Si/no	1,2	1	1	1	1	1	1	1	2
5	Si/no	1,2	1	2	1	1	2	2	2	2
6	Si/no	1,2	2	2	1	1	1	1	1	1
7	Si/no	1,2	1	1	2	1	1	1	1	1
8	Si/no	1,2	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Si/no	1,2	2	1	1	1	1	2	1	2
10	Si/no	1,2	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Si/no	1,2	2	1	1	1	1	2	2	2
12	Si/no	1,2	1	1	1	1	1	2	1	1
13	Si/no	1,2	2	1	1	1	1	1	1	1
totales			9	11	11	13	12	8	10	7

Nota:

Si = 1= respuesta aceptable

No = 2 = respuesta no adecuada, excepto para la segunda pregunta. Un "no" es igual a "1"

Lo puntos que corresponden a grifos no se incluyeron en este cuestionario por tener características distintas con relación a los pozos.

Cuadro 9. Estadística de los resultados de Coliformes Totales en el Mes de Septiembre.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.8847477
Coeficiente de determinación R ²	0.7827785
R ² ajustado	0.7393342
Error típico	7778.7913
Observaciones	7

Análisis de varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	1090260603	1090260603	18.0179792	0.00813247	
Residuos	5	302547968.8	60509593.8			
Total	6	1392808571				
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	81262.5	15557.58256	5.22333722	0.00340047	41270.5262	121254.474
9	-6304.6875	1485.287494	4.24475903	0.00813247	10122.7343	-2486.64069

Cuadro 10. Estadística de los resultados de coliformes fecales en el mes de septiembre

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.91564836
Coeficiente de determinación R ²	0.83841192
R ² ajustado	0.80609431
Error típico	6471.99174
Observaciones	7

Análisis de varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	1086660900	1086660900	25.9428767	0.00379118	
Residuos	5	209433385	41886677.1			
Total	6	1296094286				
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	79012.5	12943.9835	6.10418733	0.00170902	45738.9856	112286.014
9	-6294.271	1235.76634	-5.0934150	0.00379118	9470.90414	-3117.6375

Cuadro 9. Estadística de los resultados de Coliformes Totales en el Mes de Septiembre.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.8847477
Coeficiente de determinación R ²	0.7827785
R ² ajustado	0.7393342
Error típico	7778.7913
Observaciones	7

Análisis de varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	1090260603	1090260603	18.0179792	0.00813247	
Residuos	5	302547968.8	60509593.8			
Total	6	1392808571				
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	81262.5	15557.58256	5.22333722	0.00340047	41270.5262	121254.474
9	-6304.6875	1485.287494	4.24475903	0.00813247	10122.7343	-2486.64069

Cuadro 10. Estadística de los resultados de coliformes fecales en el mes de septiembre

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.91564836
Coeficiente de determinación R ²	0.83841192
R ² ajustado	0.80609431
Error típico	6471.99174
Observaciones	7

Análisis de varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	1086660900	1086660900	25.9428767	0.00379118	
Residuos	5	209433385	41886677.1			
Total	6	1296094286				
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	79012.5	12943.9835	6.10418733	0.00170902	45738.9856	112286.014
9	-6294.271	1235.76634	-5.0934150	0.00379118	9470.90414	-3117.6375